

#3/Priority

Docket No.: H6810.0039/P039  
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:  
Houng J. Kim, et al.

Application No.: Not Yet Assigned

Group Art Unit: N/A

Filed: Herewith

Examiner: Not Yet Assigned

For: ELECTRIC ROTARY MACHINE AND  
POWER GENERATION SYSTEMS USING  
THE SAME



CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	2001-053421	February 28, 2001

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: November 15, 2001

Respectfully submitted,

By 

Mark J. Thronson

Registration No.: 33,082

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &  
OSHINSKY LLP

2101 L Street NW

Washington, DC 20037-1526

(202) 775-4742

Attorneys for Applicant

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

JC903 U.S. PTO  
09/980054  
11/16/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 2月28日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-053421

出 願 人

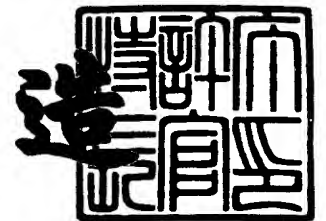
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2001年 7月27日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3066235

【書類名】 特許願

【整理番号】 1101003501

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H02K 1/00

【発明の名称】 発電システム及び回転電機

【請求項の数】 19

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号  
                                 株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 金 弘中

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号  
                                 株式会社 日立製作所 日立研究所内

    【氏名】 稲葉 博美

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

    【識別番号】 100075096

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 作田 康夫

    【電話番号】 03-3212-1111

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013088

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 1 - 0 5 3 4 2 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発電システム及び回転電機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一次巻線を有する固定子と界磁用磁石とシャフトとを有する回転子からなる回転電機において、

前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 1 の界磁用磁石と回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 2 の界磁用磁石を有し、一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して軸方向と回転方向に変位する機構を有することを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

請求項 1 の回転電機において、一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して軸方向と回転方向に変位する機構を用いて、第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁界が変化することを特徴とする回転電機。

【請求項 3】

回転電機は、一次巻線を有する固定子と界磁用磁石とシャフトとを有する回転子を有し、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 1 の界磁用磁石と回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 2 の界磁用磁石を有し、一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して軸方向と回転方向に変位する機構を有し、第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁界が変化する回転電機と、前記回転電機の電力を制御する電力変換器と、熱機関とを有する発電システム。

【請求項 4】

回転電機は、一次巻線を有する固定子と界磁用磁石とシャフトとを有する回転子を有し、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 1 の界磁用磁石と回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 2 の界磁用磁石を有し、一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して軸方向と回転方向に変位する機構を有し、第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁界が変化する回転電機と、圧縮機とタービンを備えて、前記回転電機の電力を制御する

電力変換器と、燃焼器と、熱交換器とを有するタービン発電システム。

【請求項 5】

請求項 3 から請求項 4 記載の発電システムにおいて、前記回転電機は、一次巻線を有する固定子と界磁用磁石とシャフトとを有する回転子とを有し、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 1 の界磁用磁石と回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第 2 の界磁用磁石とを有し、前記の第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石は前記固定子磁極に対向しているとともに、前記の第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁界は回転子のトルク方向に基づいて変化させる機構を有し、このトルク方向に基づいて変化させる機構は、回転子に発生するトルク方向と第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石間の磁気作用力との釣合いにより前記第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石の同磁極中心が並ばせる方向にする手段と、回転子に発生するトルク方向が反対になるに伴い第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁界が変化する手段とを有する回転電機を有する発電システム。

【請求項 6】

請求項 3 から請求項 5 記載の発電システムにおいて、前記回転電機の低速回転時は電動機として働き、回転子に発生するトルク方向と第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石間の磁気作用力との釣合いにより前記第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石の同磁極中心が並ばせる方向にする手段と、前記回転電機の高速回転時は発電機として働き、回転子に発生するトルク方向が反対になるに伴い第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁界が変化する手段とを有する回転電機を用いる発電システム。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 5 記載の回転電機において、前記回転電機の一方向の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して変位する機構は、一方の界磁用磁石はシャフトに固定し、他方の界磁用磁石はシャフトとは可動自在にすると共に、シャフトにはボルトのネジ部と他方の界磁用磁石の内周側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせたことを特徴とする回転電機。

【請求項 8】

請求項 7 記載の回転電機において、前記回転電機の一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して変位する機構は、一方の界磁用磁石はシャフトに固定し、他方の界磁用磁石はシャフトとは可動自在にすると共に、シャフトにはボルトのネジ部と他方の界磁用磁石の内周側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、他方の界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設けたことを特徴とする回転電機。

【請求項 9】

請求項 8 記載の前記ストッパーは、必要に応じてシャフトと平行に可変可能な機構を持つことを特徴とする回転電機。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 5 記載の回転電機において、前記第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁極位置のずれに応じて前記電力変換器を制御するコントローラによる電流供給の進角を補正することを特徴とする回転電機。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 5 記載の回転電機において、前記第 1 の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第 2 の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第 2 の界磁用磁石の内周側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、前記第 2 の界磁用磁石の軸方向に対する変位量を検出し、第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石との合成磁極位置のずれ角に対応させ前記インバータを制御するコントローラによる電流供給の進角を補正することを特徴とする回転電機。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 5 記載の回転電機において、前記第 1 の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第 2 の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、前記第 2 の界磁用磁石と前記シャフト間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内する支持機構を複数個備えたことを特徴とする回転電機。

【請求項 13】

請求項 1 から請求項 5 記載の回転電機において、前記第 1 の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第 2 の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、

かつ前記第2の界磁用磁石の内周側とシャフトの間にはスリーブを介して、前記第2の界磁用磁石と前記スリーブを固定したことを特徴とする回転電機。

【請求項14】

請求項13のスリーブは、鉄より電気抵抗率が高い非磁性体を用いたことを特徴とする回転電機。

【請求項15】

請求項1から請求項5記載の回転電機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、前記第2の界磁用磁石の前後にはばねを複数個備えて、前記第2の界磁用磁石の回転運動と往復運動及び複合運動を案内する特徴とする回転電機。

【請求項16】

請求項1から請求項5記載の回転電機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、前記第1の界磁用磁石と前記第2の界磁用磁石が接する前記第1の界磁用磁石側面に凹部を設け、前記第2の界磁用磁石には前記スリーブの機能を兼ねた突起部を設けた構造を特徴とする回転電機。

【請求項17】

請求項1から5記載の回転電機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、第2の界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設け、前記ストッパーは第2の界磁用磁石とシャフトに対して回転運動と往復運動及び複合運動を案内する支持機構を備えたことを特徴とする回転電機。

【請求項18】

請求項1から5記載の回転電機において、前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、第1の界磁用磁石を有する回転子と前記固定子間のエアギャップより、第2の界磁用磁石を有する回転子と前記固定子間のエアギャップの方が大きくしたことを特徴とする回転電機。

【請求項19】



請求項 1 から 5 記載の回転電機において、前記第 1 の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第 2 の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、前記第 2 の界磁用磁石の内周側に前記ストッパーと前記ストッパーの可変機構を備えたことを特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は永久磁石を界磁に用いた回転電機に係り、特に発電システムの駆動、発電を行う回転電機およびその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来技術による永久磁石回転電機において、誘導起電力  $E$  は回転子に配置されている永久磁石が発生する一定磁束  $\Phi$  と回転電機の回転角速度  $\omega$  によって決定される。つまり、回転電機の回転角速度  $\omega$  (回転数) が上昇すると、回転電機の誘導起電力は比例して上昇する。

【0003】

よって、低速領域で高トルクが得られるが、回転数の可変速範囲が狭いために高速領域の運転は困難であったが、弱め界磁制御技術により高速運転領域を広げる。

【0004】

また、特開 2000-155262 では永久磁石が発生する磁束の弱め界磁方法として、ばねとガバナを用いて遠心力を利用した機構を用いる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術で述べた弱め界磁制御技術により高速運転領域を広げることは、弱め界磁電流による発熱や効率低下などにより限界がある。

【0006】

また、特開 2000-155262 による方法では、ばねとガバナの構造が複雑である。

## 【0007】

本発明は、簡単な構造で永久磁石が発生する磁束の弱め界磁が可能な回転電機を提供し、更に、熱機開始動等の低回転領域における高トルク特性と、高回転領域において高出力発電特性が得られる永久磁石形回転電機を備えた発電システムを提供することを目的とする。

## 【0008】

## 【課題を解決するための手段】

本発明では、一次巻線を有する固定子と界磁用磁石とシャフトとを有する回転子からなる回転電機において、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第1の界磁用磁石と回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第2の界磁用磁石を有し、一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して軸方向と回転方向に変位する機構を有し、第1の界磁用磁石と第2の界磁用磁石との合成磁界が変化することを特徴とする回転電機を用いる。

## 【0009】

また、本発明では、回転電機と、前記回転電機の電力を制御する電力変換器と、熱機とを有する発電システムにおいて、前記回転電機は、一次巻線を有する固定子と界磁用磁石とシャフトとを有する回転子を有し、前記界磁用磁石は、回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第1の界磁用磁石と回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる第2の界磁用磁石を有し、一方の界磁用磁石が他方の界磁用磁石に対して軸方向と回転方向に変位する機構を有し、第1の界磁用磁石と第2の界磁用磁石との合成磁界が変化する回転電機を用いる発電システムである。

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施形態について説明する。

## 【0011】

図1は本実施例の永久磁石形同期回転電機の配置レイアウトを示したものである。

## 【0012】

熱機関を有する発電システムは様々であるが、その一例として、タービン発電システムの実施例を示したのが図 1 である。

【 0 0 1 3 】

図 1 において、回転電機 2 と直接又は間接に取り付けられた圧縮機 9 0 とタービン 9 1 を備えて、前記回転電機の電力を制御する電力変換器 4 と、燃焼器 9 2 と、熱交換器 9 3 からなるタービン発電システムである。ここに、吸入空気はフィルター 9 6 を通して回転電機 2 を貫いて圧縮機 9 0 に至るようになっているが、回転電機 2、圧縮機 9 0 の間から空気を吸入する構造でも良い。また、排熱回収装置 9 4 を取り付けることで、発電システム全体の効率を上げる構造になっている。

【 0 0 1 4 】

この様な構成とすることで、本実施例の永久磁石形回転電機 2 はタービン 9 1 を始動することができる。タービンの始動はタービンを速度ゼロから自律速度まで上げる時、前記回転電機は電動機として運転される。タービンの特徴は、静止時の抵抗トルクがゼロでなく、この抵抗トルクは回転開始と共に急速に増加し、定格速度 (N g) の 1 5 ~ 2 0 % あたりで減少し、定格速度の 3 0 ~ 4 0 % でゼロになることである。前記自律速度とはタービンの正常運転速度の約半分であり、それを越えた場合にはタービンがもはや始動装置の補助 (電動機のトルク) を必要としないで完全駆動系となるような速度であり、発電機として運転される。

【 0 0 1 5 】

図 2 は図 1 の回転電機の回転子同磁極中心がずれた場合の概略を示す。固定子鉄心 1 0 には電機子巻線 1 1 がスロット内に巻装されており、内部に冷媒が流れる冷却路 1 2 をもったハウジング 1 3 に結合されている。

【 0 0 1 6 】

永久磁石埋め込み型回転子 2 0 はシャフト 2 2 に固定した第 1 回転子 2 0 A とシャフト 2 2 と分離した第 2 回転子 2 0 B からなる。勿論、永久磁石埋め込み型回転子のみならず、表面磁石型回転子でも良い。

【 0 0 1 7 】

第 1 回転子 2 0 A には、永久磁石 2 1 A が回転方向に順次異なった極性の磁極

が並んでいる。同じく、第2回転子20Bには、永久磁石21Bが回転方向に順次異なった極性の磁極が並んでいる。第1の界磁用磁石と第2回転子の2つの回転子を同一軸上に配置した界磁用磁石は固定子磁極に対向している。

#### 【0018】

第2回転子20Bの内径側はナット部23Bとなり、それに当たるシャフトにはボルトのネジ部23Aとなり、お互いにネジの機能を持たせると、第2回転子20Bはシャフトに対して回転しながら軸方向に移動可能である。

#### 【0019】

また、第2回転子20Bが固定子の中心から所定の変位以上はみ出さないように前記第2回転子20Bの側面から離れたところにはストッパ24を設ける。さらに、サーボ機構であるストッパ駆動用アクチュエータ25を設けて、前記ストッパ24をシャフトと平行に左右に移動可能にすれば、第1の界磁用磁石と第2の界磁用磁石との磁極中心がずれる値を変えることが出来る。結果的には、電機子巻線11がスロット内に巻装されている固定子に対して、第1の界磁用磁石と第2の界磁用磁石からなる全体の有効磁束量を制御可能である。

#### 【0020】

上記の構造にすることで、トルク方向に応じて永久磁石の有効磁束量を変化することについて述べる。

#### 【0021】

基本的に固定子には電機子巻線と回転子には永久磁石を用いる回転電機において、電動機として働く時と、発電機として働く時の回転子の回転方向が同じであれば、電動機として働く時と、発電機として働く時の回転子が受けるトルク方向は反対になる。

#### 【0022】

また、同じ電動機と働く時、回転子の回転方向が反対になれば、トルク方向も反対になる。同じく、同じ発電機と働く時、回転子の回転方向が反対になれば、トルク方向も反対になる。

#### 【0023】

上記に説明した回転方向とトルク方向による基本理論を本発明の実施形態に係

る回転電機に適用すると以下の通りである。

【 0 0 2 4 】

タービン始動等のように低回転領域において電動機として働く時は、図 3 に示すように、第 1 回転子 2 0 A と第 2 回転子 2 0 B の同磁極の中心が揃うようにして、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を最大にして、高トルク特性が得られる。

【 0 0 2 5 】

次に発電機として働く時は、図 2 に示すように回転子の回転方向が同じであると、回転子が受けるトルク方向は電動機として働く時と反対になり、シャフト 2 2 に対して第 2 回転子 2 0 B はボルトのネジ部からナット部が外れるように第 1 回転子 2 0 A と第 2 回転子 2 0 B の間の間隔が広がりながら同磁極の中心がずれて、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を少なくすることになり、言い換えると弱め界磁効果があり、高回転領域において高出力発電特性が得られる。

【 0 0 2 6 】

第 1 回転子 2 0 A と第 2 回転子 2 0 B の間の間隔が広がりながら同磁極の中心がずれて、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量が少ない状態の概略を図 4 に示す。

【 0 0 2 7 】

図 3 と図 4 の左下にはボルトの頭部 6 1、ボルトのネジ部 6 0 とナット部 6 2 に関係した図を示すが、ボルトの頭部 6 1 は第 1 回転子 2 0 A、ナット部 6 2 は第 2 回転子 2 0 B に相当するものである。ボルトのネジ部 6 0（図 2 内の 2 3 A に相当する）が同じ方向に回転するとすれば、ナット部 6 2 にかかるトルクの方  
向によって該ナット部 6 2 は締まったり外れたりするように、第 2 回転子 2 0 B も回転子のトルク方向によって同じ動きをする。

【 0 0 2 8 】

本発明の回転電機による誘導起電力の作用について説明する。

【 0 0 2 9 】

図 5 に永久磁石形同期回転電機の回転角速度に対する有効磁束、誘導起電力、

端子電圧の特性を示す。

【 0 0 3 0 】

永久磁石形同期回転電機の誘導起電力  $E$  は永久磁石が発生する磁束  $\Phi$  と回転電機の回転角速度  $\omega$  によって決定される。つまり図 5 (a) に示す様に、回転子に配置されている永久磁石が発生する磁束  $\Phi_1$  が一定ならば、回転角速度  $\omega$  (回転数) が上昇すると、回転電機の誘導起電力  $E_1$  は比例して上昇する。しかし、前記電力変換器 4 の電源端子電圧や容量の制限があり、回転電機が発生する誘導起電力もある条件値以下に抑えなければならない。その為永久磁石形同期回転電機では、ある回転数以上の領域では永久磁石が発生する磁束を減らす為のいわゆる弱め界磁制御を行わなくてはならない。

【 0 0 3 1 】

誘導起電力が回転角速度に比例して上昇する為、弱め界磁制御の電流も大きくしなければならない故に、1 次導体であるコイルに大電流を流す必要があり、おのずとコイルの発生する熱が増大する。そのため、高回転領域における回転電機としての効率の低下、冷却能力を超えた発熱による永久磁石の減磁等が起こりうる可能性がある。

【 0 0 3 2 】

例えば、図 5 (a) に示す様に、永久磁石が発生する磁束  $\Phi_1$  がある回転角速度  $\omega_1$  (回転数) のポイントで磁束  $\Phi_2$  に変わると、回転電機の誘導起電力  $E_1$  から誘導起電力  $E_2$  特性に変化することで誘導起電力の最大値を制限することが可能である。

【 0 0 3 3 】

図 5 (b) は同様に回転角速度  $\omega$  (回転数) に応じてより細かく磁束  $\Phi$  が変われば、誘導起電力  $E$  も一定に保つことが可能であることの概略を示す。

【 0 0 3 4 】

そこで、本発明は回転電機の第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石に分割した回転子を同一軸上に配置し回転トルクの方角により第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石の磁極中心を変化させ、タービン始動等のように低回転領域において電動機として働く時は第 1 回転子と第 2 回転子の同磁極の中心が揃えるようにして

、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を大にして、高トルク特性が得られる。次に発電機として働く時は、回転子の回転方向が同じであると、回転子が受けるトルク方向は電動機として働く時と反対になり、第 1 回転子と第 2 回転子の同期極の中心がずれて、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を少なくすることになる。言い換えると弱め界磁効果があり、高回転領域において高出力発電特性が得られる。

## 【 0 0 3 5 】

更に、図 5 (b) に示した特性を得る手段の実施例の一つとして、前記第 1 の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第 2 の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、シャフトにはボルトのネジ部のネジ部と第 2 の界磁用磁石の内周側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせて接続し、第 2 の界磁用磁石の側面から離れたところにはストッパーを設け、ストッパーを回転速度に応じてシャフトと平行に可変可能なサーボ機構を持たせた回転電機を用いることで可能である。

## 【 0 0 3 6 】

図 6 は図 1 の回転電機の制御ブロック図を示したものである。

## 【 0 0 3 7 】

まず、タービンコントローラ及び単独に設置しているセンサからの情報（圧縮機圧力，ガス温度，運転モード，燃料ガススロットル開度etc）、および永久磁石形同期回転電機 2 の回転数を基に、運転判断部 1 0 1 が永久磁石形同期回転電機 2 の運転動作を判断して電流指令値を出力する。運転判断部 1 0 1 から出力された電流指令値は、現在の永久磁石形同期回転電機 2 の電流値との差分に対して非干渉制御等を行っている電流制御ブロック 1 0 2 に入力する。

## 【 0 0 3 8 】

電流制御ブロック 1 0 2 からの出力は回転座標変換部 1 0 3 で 3 相の交流に変換され、PWMインバータ主回路 1 0 4 を介して永久磁石形同期回転電機 2 を制御する。また、永久磁石形同期回転電機 2 の各相の電流（少なくとも 2 相の電流）および回転数（タービン回転数でもよい。また変速機がある場合にはタービン回転数の通倍した値を用いても良い。）を検出し、各相の電流は 2 軸変換ブロック

105で、2軸電流に変換し、電流指令値にフィードバックしている。また、回転数、磁極位置は検出器106で検出され、磁極位置変換部107と速度変換部108を通して各制御ブロックにフィードバックされる。

【0039】

尚、図6における実施例では、回転電機2の位置・速度センサ、ならびに回転電機の電流センサがある場合のものを示したが、これらの一部のセンサを排除し、センサレスにより回転電機2を駆動するタイプの制御構成のものでも、同様に実施可能である。

【0040】

また、本発明の永久磁石形同期回転電機は、運転状況に応じて第1回転子と第2回転子の両磁極中心を揃えたり、ずらせたりすることになるので、前記第1の界磁用磁石と第2の界磁用磁石との合成磁極位置のずれに応じて前記電力変換器を制御するコントローラによる電流供給の進角を補正する機能を持つ。

【0041】

電流供給の進角を補正する実施例について述べる。

【0042】

前記第1の界磁用磁石はシャフトに固定し、前記第2の界磁用磁石はシャフトと可動自在に結合すると共に、シャフトにはボルトのネジ部と第2の界磁用磁石の内周側にはナット部になりお互いにネジの機能を持たせると、第2の界磁用磁石は回転しながら軸方向に移動する。

【0043】

運転状況に応じて第1回転子と第2回転子の磁極中心が一致したり、ずれたりする場合の回転角と軸方向変位量の関係を図13に示す。

【0044】

図13において、第2回転子の回転角 $\theta$ と軸方向変位量 $\Delta L$ は比例関係であり、変位測定器64を用いて軸方向変位量 $\Delta L$ を測定し、電力変換器のコントローラにフィードバックされ第1の界磁用磁石と第2の界磁用磁石との合成磁極位置のずれ角に換算した値として、電流供給の進角を補正する最適制御に用いる。

【0045】



図 7 は本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す。

【 0 0 4 6 】

前記第 1 回転子 2 0 A はシャフト 2 2 に固定し、前記第 2 回転子 2 0 B はシャフト 2 2 と可動自在に結合すると共に、シャフトの一部にはボルトのネジ部 2 3 A と第 2 の界磁用磁石の内周側にスリーブ 4 1 を固定し、かつスリーブ 4 1 の内側にナット部 2 3 B を固定したものを一体化すれば、シャフト 2 2 に対して第 2 回転子 2 0 B はボルトのネジ部からナット部が外れる方向に第 1 回転子 2 0 A と第 2 回転子 2 0 B の間の間隔が広がりながら回転する。

【 0 0 4 7 】

第 2 の界磁用磁石の内周側とシャフト 2 2 間にはわずかな遊びがあることで、回転と共に第 2 の界磁用磁石の内周側とシャフト 2 2 間に鎖交磁束変化が生じると、電食等の障害があるが、前記スリーブ 4 1 は鉄より電気抵抗率が高い非磁性体を用いることで、第 2 の界磁用磁石の内周側とシャフト 2 2 に間には磁氣的にも、電氣的にも絶縁を行う効果がある。

【 0 0 4 8 】

前記第 2 の界磁用磁石と前記シャフト間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内出来るようにスリーブ 4 1 の内側に支持機構 4 0 A, 4 0 B を備えた。

【 0 0 4 9 】

第 2 回転子 2 0 B はシャフトの一部にボルトのネジ部 2 3 A を設け、これとお互いにネジの機能を持たせて、第 2 の界磁用磁石の側面から離れたところには移動可能なストッパー 2 4 を設ける。ストッパー 2 4 とシャフト間、ストッパーと第 2 回転子 2 0 B の側面間には回転運動と往復運動及び複合運動を案内出来るように支持機構 4 2, 4 7 を設ける。支持機構 4 2 はスラスト軸受の機能を持ち、支持機構 4 7 はラジアル軸受でありながら回転運動と往復運動及び複合運動を案内する機能を持つ。

【 0 0 5 0 】

さらに、ばね 4 8 を設けることで、支持機構 4 2 はスラスト軸受としてその機能が向上する効果がある。

【 0 0 5 1 】

ストッパー 24 はシャフトと平行に移動可能なサーボ機構の一例として電磁クラッチについて述べる。

## 【 0 0 5 2 】

電磁クラッチの構成は、ヨーク 44 にコイル 46 が巻かれて、ストッパー 24 は可動鉄心の機能を兼用することで良い。ヨーク 44 とコイル 46 は回転電機のフレーム 49、若しくは車体の一部に（図に示せず）固定し、ヨーク 44 とストッパー 24 の間にばね 45 を備えて励磁遮断時の復帰装置の機能を持つ。回転電機のフレーム 49 とシャフト 22 の間には軸受 50 で支える。

## 【 0 0 5 3 】

図 7 はコイル 46 に無励磁状態の概略であり、図 8 はコイル 46 に励磁状態の概略を示す。

## 【 0 0 5 4 】

コイル 46 を励磁することでヨーク 44 は強力な電磁石となり、可動鉄心の機能を兼用するストッパー 24 を吸引する。

## 【 0 0 5 5 】

ここに示した電磁クラッチはストッパー 24 をシャフトと平行に可変可能なサーボ機構の一例であり、油圧アクチュエータ、回転機とボールネジなどによる直線駆動装置、リニアモータなどを用いることで、より細かなストッパーの位置決めが可能である。

## 【 0 0 5 6 】

図 9 は第 2 回転子 20 B の内側に固定されるスリーブ 41 の一例を示す。

## 【 0 0 5 7 】

それらの固定方法の一つとして、第 2 回転子 20 B とスリーブ 41 からなる 2 つの部品の接する面のお互いに凸凹を設けて固定した。また、シャフト 22 に固定した第 1 回転子 20 A とシャフト 22 と分離した第 2 回転子 20 B の内側違いの概略を示す。

## 【 0 0 5 8 】

図 10 は本発明の他の実施例を示す。

## 【 0 0 5 9 】

前記第 1 の界磁用磁石と前記第 2 の界磁用磁石が接する前記第 1 の界磁用磁石側面に凹部 5 3 を設け、前記第 2 の界磁用磁石には前記スリーブの機能を兼ねた突起部 5 4 を設けた構造である。突起部 5 4 はスリーブ 4 1 と一体ものでも良いし、第 2 回転子 2 0 B と一体ものでも良い。よって、スリーブ 4 1 の十分なスペースが確保出来、ばね 4 8、支持機構 4 0 A、4 0 B、ナット部 2 3 B らを有効に配置することで、第 2 回転子 2 0 B の軸長積厚が薄い回転電機に有効な手法の一つである。

## 【 0 0 6 0 】

図 1 1 は本発明の他の実施例を示す。

## 【 0 0 6 1 】

図 1 1 に示す基本構成要素は図 7 と同じであるが、電磁クラッチに相当する一部を変更した一例である。図 1 1 はコイル 4 6 が励磁状態であり、励磁遮断時はばね 4 5 によりヨーク 4 4 とストッパー 2 4 は切り離れる。また、第 2 回転子 2 0 B にトルクが加わるボルトのネジ部 2 3 A とナット部 2 3 B の相互作用によるネジの機能により推力が得られる特性を持つ。よって、ネジとトルクの相互関係でストッパー 2 4 を押し出す推力が加われば、コイル 4 6 の励磁を遮断するとストッパー 2 4 はヨーク 4 4 と切り離れる。ヨーク 4 4 はアーム 5 2 を介してフレーム 4 9、若しくは設備本体の一部に（図に示せず）固定される。

## 【 0 0 6 2 】

図 1 1 に示す電磁クラッチは、図 7、図 8 の説明と同じくストッパー 2 4 をシャフトと平行に可変可能なサーボ機構の一例であり、油圧アクチュエータ、回転機とボールネジなどによる直線駆動装置、リニアモータなどを用いることで、より細かなストッパー 2 4 の位置決めが可能である。

## 【 0 0 6 3 】

勿論、各図に示した各々の構成要素は様々な方法で組合わせることが可能であり、用途に合わせて加えたり、取り外すことは言うまでもない。

## 【 0 0 6 4 】

図 1 2 は本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す。

## 【 0 0 6 5 】

本発明の回転電機の特徴として、第 1 回転子 2 0 A はシャフト 2 2 に対してしっかり固定されているのに対して、第 2 回転子 2 0 B はシャフト 2 2 に対して自由度を持つことになる。従って、第 2 回転子 2 0 B とシャフト 2 2 間にはわずかな機械的な寸法の遊びがあり、大きなトルクや遠心力などが加わると偏心することもあり得る。よって、第 1 の界磁用磁石を有する第 1 回転子 2 0 A と前記固定子間のエアギャップ G a p 1 より第 2 の界磁用磁石を有する第 2 回転子 2 0 B と前記固定子間のエアギャップ G a p 2 の方が大きくしたことで、偏心による第 2 回転子 2 0 B と前記固定子との機械的な接続を省く効果がある。

【 0 0 6 6 】

図 1 5 は本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す。

【 0 0 6 7 】

本発明の回転電機の特徴として、第 2 回転子 2 0 B の外周側の長さより内周側の長さを短くし、第 2 回転子 2 0 B 内側にストッパー 2 4 とサーボ機構 2 5 を備えた構造である。よって、ストッパー 2 4 とサーボ機構 2 5 による回転子全体の軸方向長さを押さえる効果がある。

【 0 0 6 8 】

以上の本発明の説明では、4 極機を対象に述べたが、2 極機、又は、6 極機以上に適用出来る事は言うまでもない。一例として、図 1 4 には本発明を 8 極機に適用した場合の永久磁石形同期回転電機の回転子概略図を示す。また、回転子においては埋め込み磁石形でも、表面磁石形でも適用出来る事は言うまでもない。

【 0 0 6 9 】

【発明の効果】

本発明の永久磁石形同期回転電機は第 1 の界磁用磁石と第 2 の界磁用磁石の磁極中心を変化させるという構成により、固定子磁極と対向する永久磁石による有効磁束量を可変出来るという効果があり、熱機関を有する発電システムの回転電機に適している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態をなす回転電機とタービンとのレイアウト図を示す。

【図 2】

図 1 の回転電機の全体概略を示す。

【図 3】

図 1 の回転電機の回転子同磁極中心が揃った場合概略を示す。

【図 4】

図 1 の回転電機の回転子同磁極中心がずれた場合概略を示す。

【図 5】

図 1 の回転電機の回転角速度に対する諸特性を示す。

【図 6】

図 1 の回転電機の制御ブロック図を示す。

【図 7】

本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す（アクチュエータ OFF 状態）。

【図 8】

本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す（アクチュエータ ON 状態）。

【図 9】

本発明の他の実施形態をなす回転電機の回転子の内側を示す。

【図 1 0】

本発明の他の実施形態をなす回転電機の回転子の内側を示す。

【図 1 1】

本発明の他の実施形態をなす回転電機を示す（アクチュエータ ON 状態）。

【図 1 2】

本発明の他の実施形態をなす回転電機の回転子概略図を示す（G a p の差を付ける）。

【図 1 3】

本発明の他の実施形態をなす回転電機の軸方向変位測定の概略図を示す。

【図 1 4】

本発明の他の実施形態をなす回転電機の回転子概略図を示す（8 極機に適用した場合）。

【図 1 5】

本発明の他の実施形態をなす回転電機の回転子概略図を示す（ストッパを第 2 回転子の内側に備える）。

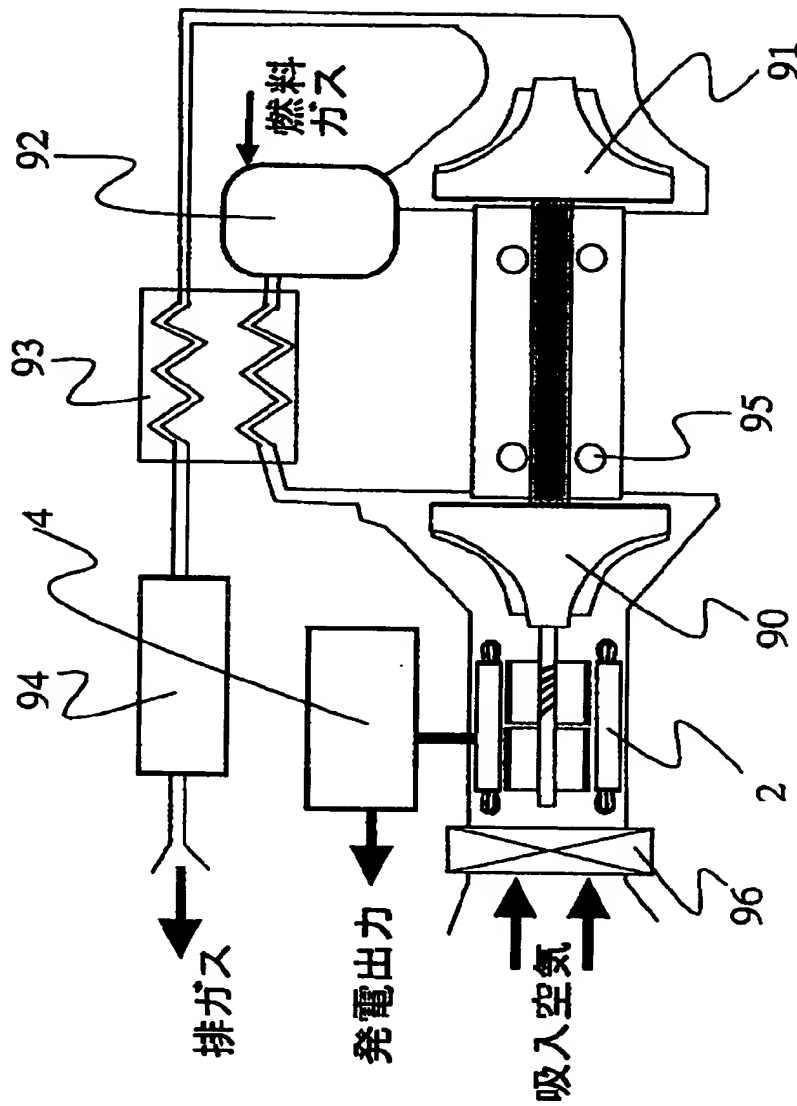
【符号の説明】

2 … 回転電機、4 … 電力変換器、10 … 固定子鉄心、11 … 電機子巻線、12 … 冷却水流路、13 … ハウジング、20 … 回転子、20A … 第 1 回転子、20B … 第 2 回転子、21 … 永久磁石、21A … 第 1 回転子永久磁石、21B … 第 2 回転子永久磁石、22 … シャフト、23 … ネジ、24 … ストッパー、25 … ストッパー駆動用アクチュエータ、90 … 圧縮機、91 … タービン、101 … 運転判断部、102 … 電流制御、103 … 回転座標変換部、104 … PWM インバータ主回路、105 … 2 軸変換部。

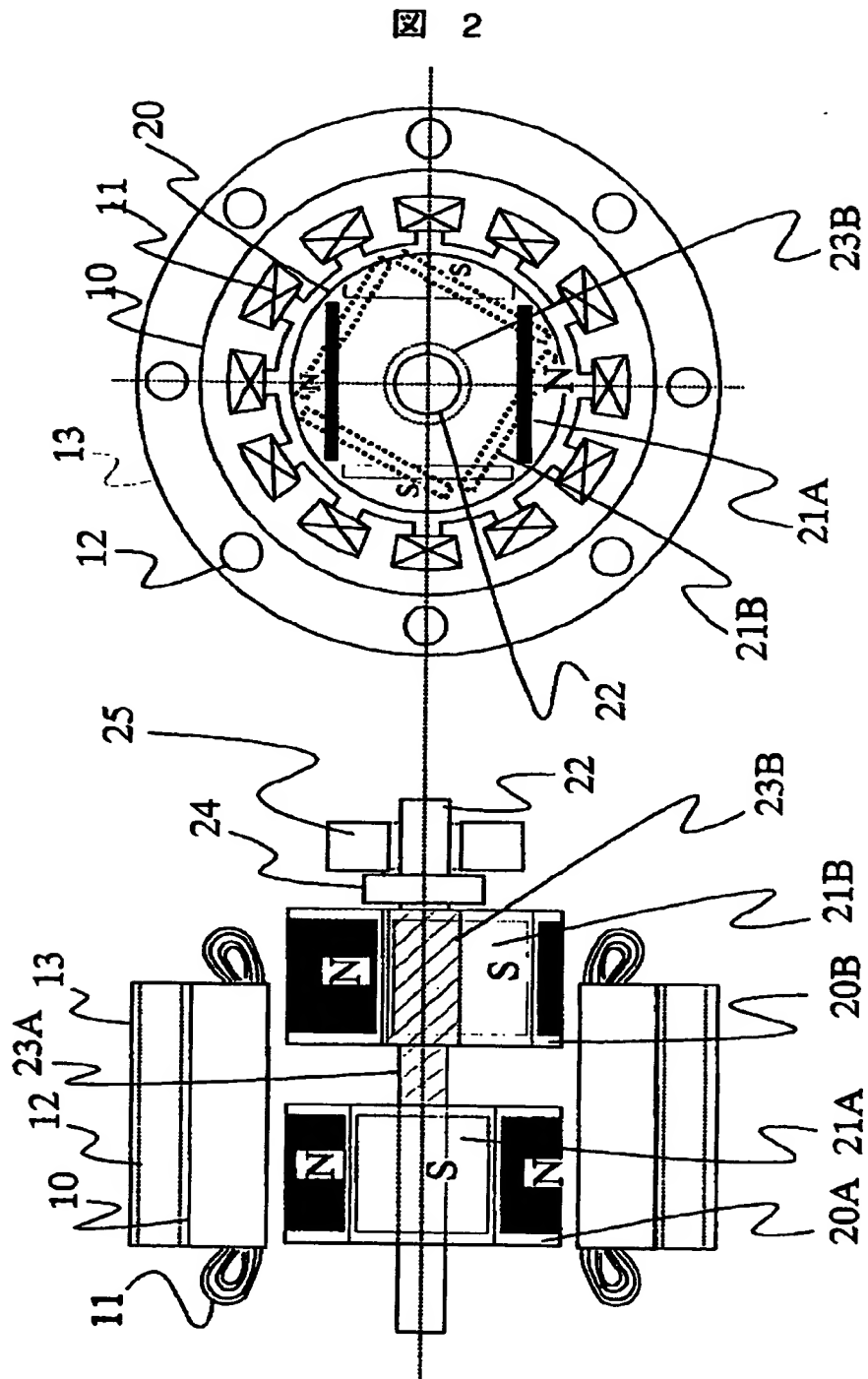
【書類名】 図面

【図1】

図 1



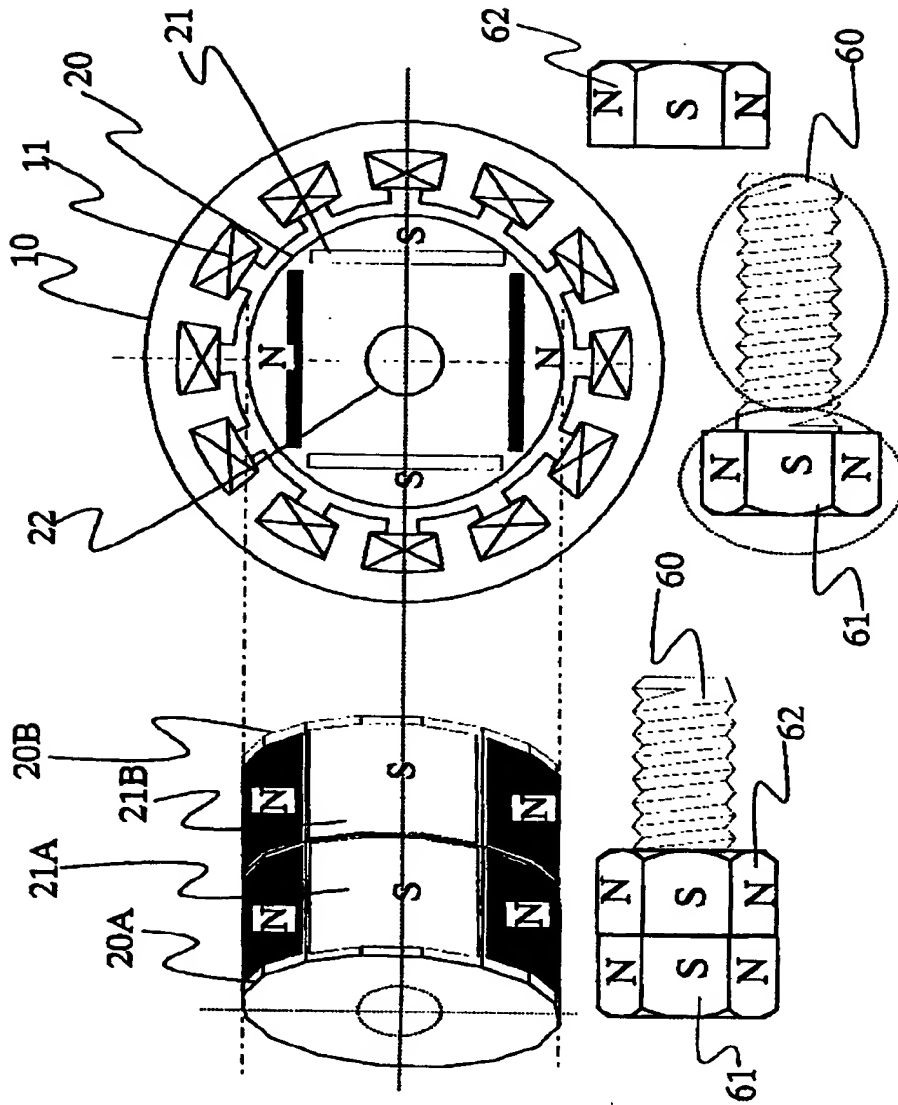
【図 2】



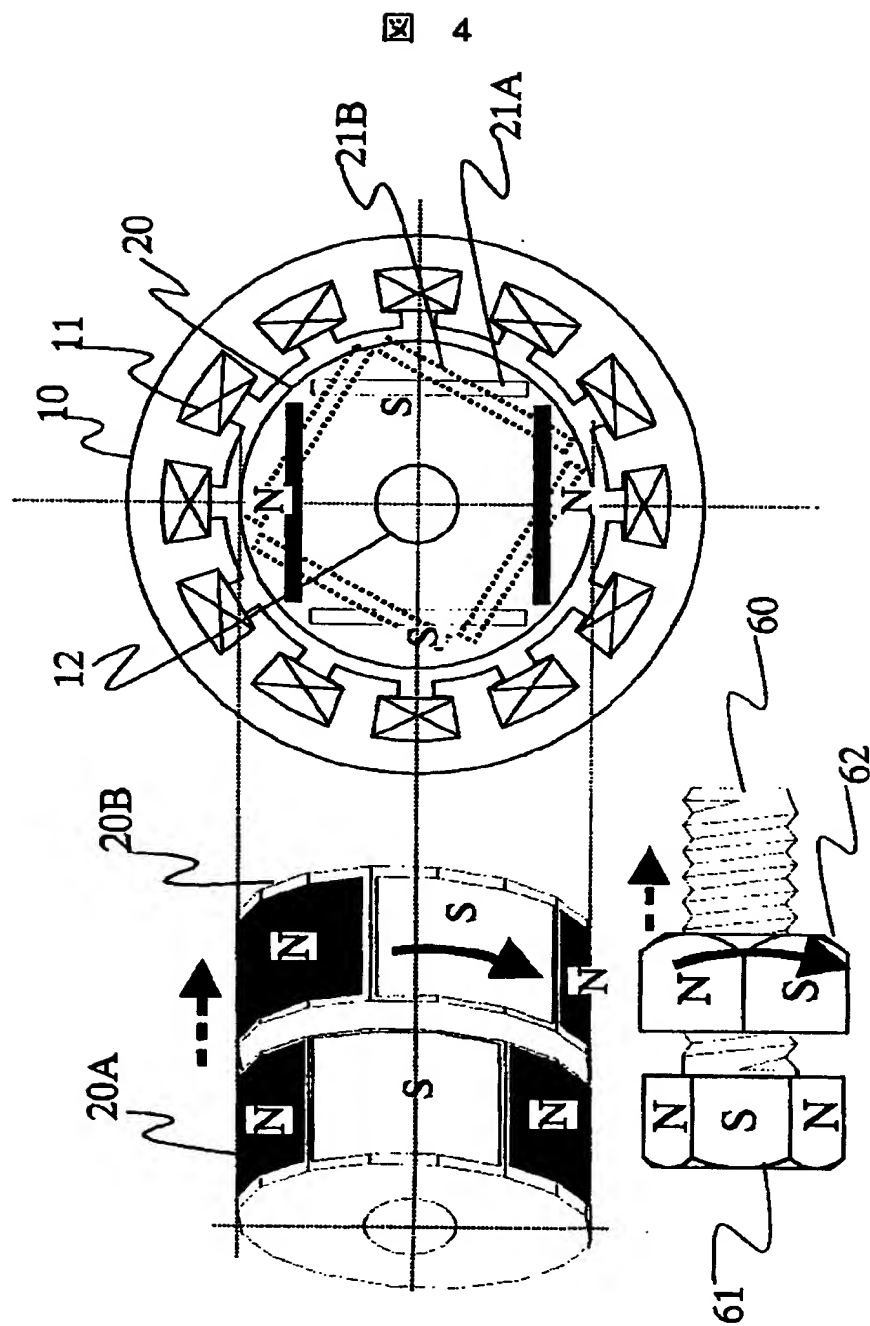


【図 3】

図 3

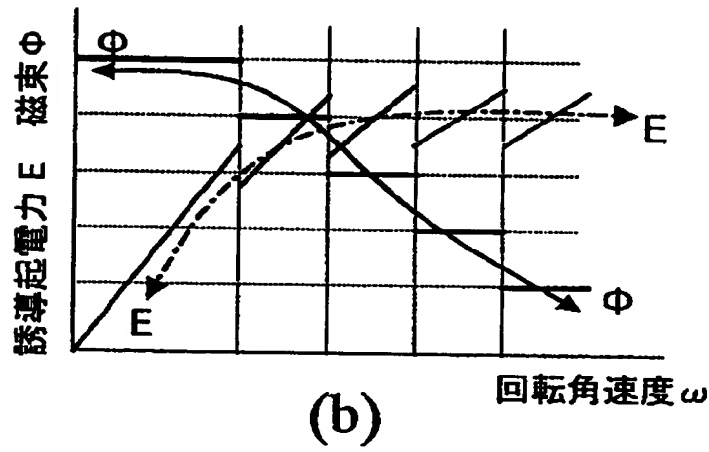
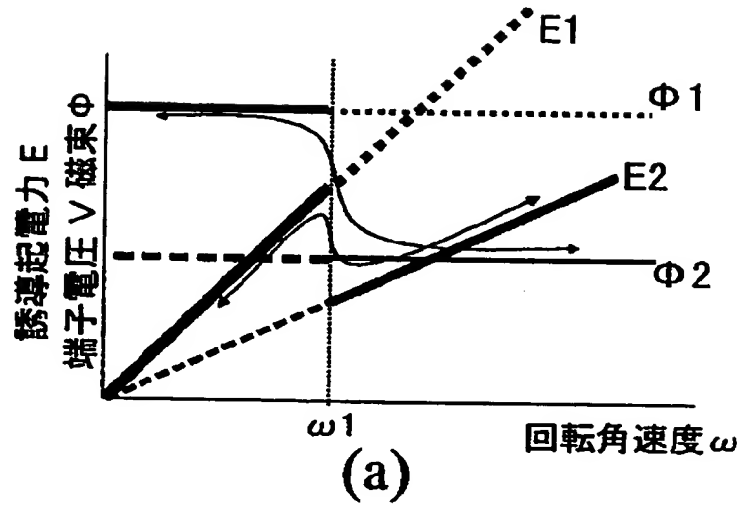


【図 4】

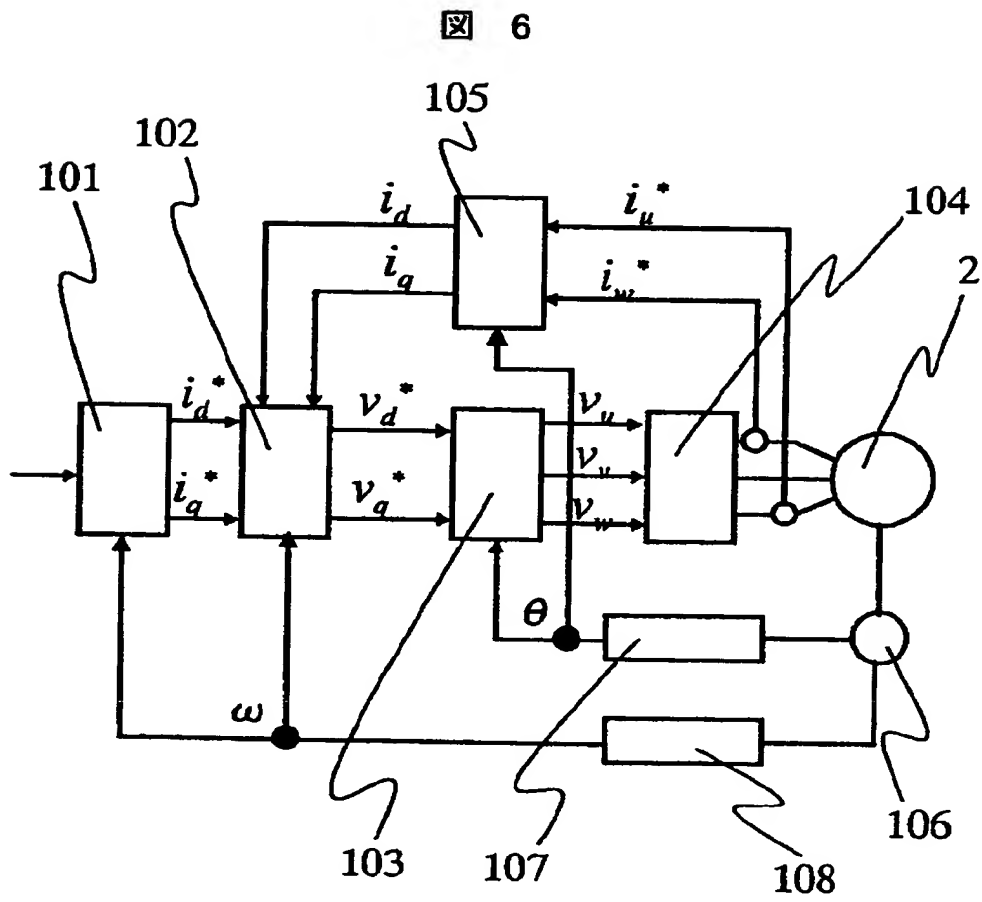


【図 5】

図 5

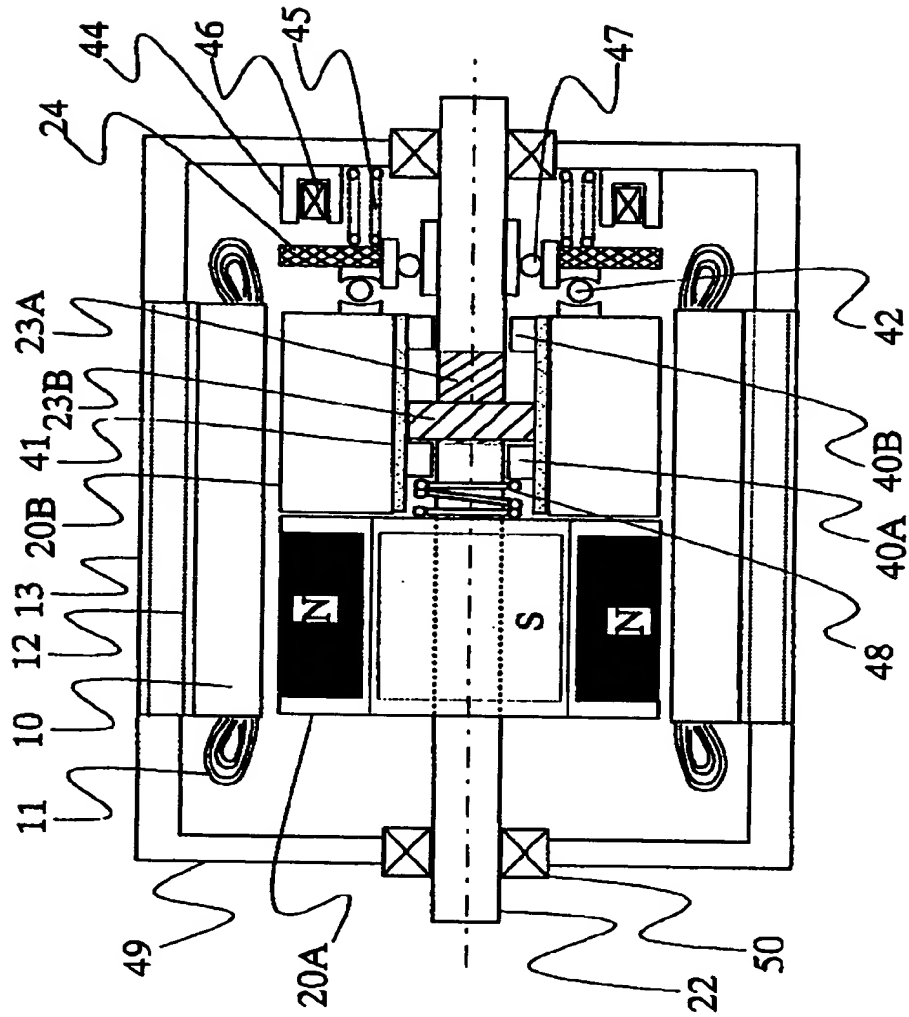


【図 6】



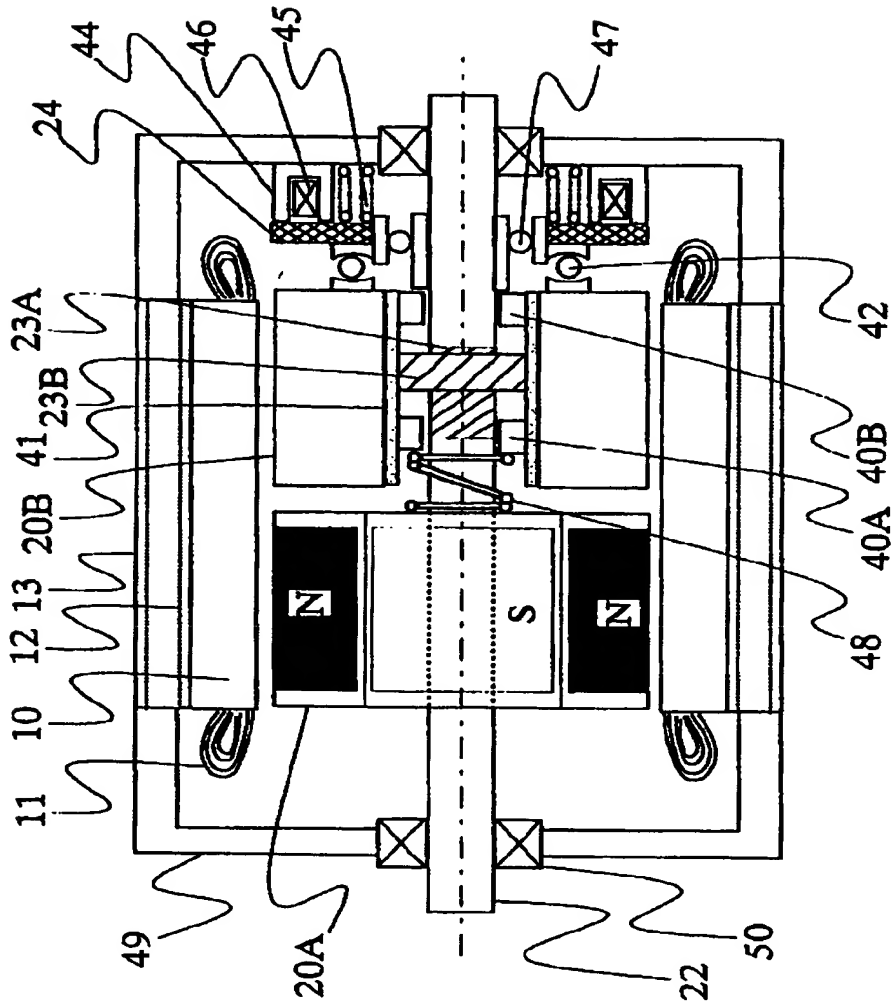
【図 7】

図 7



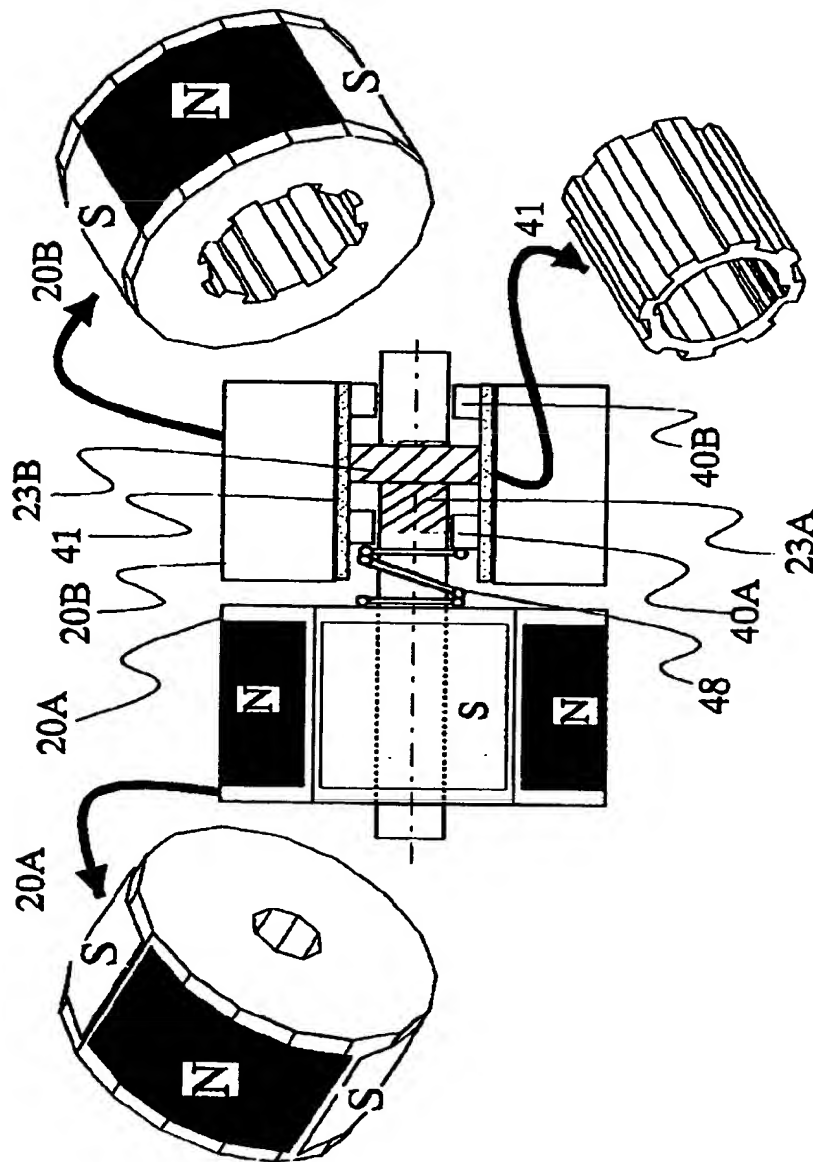
【図 8】

図 8



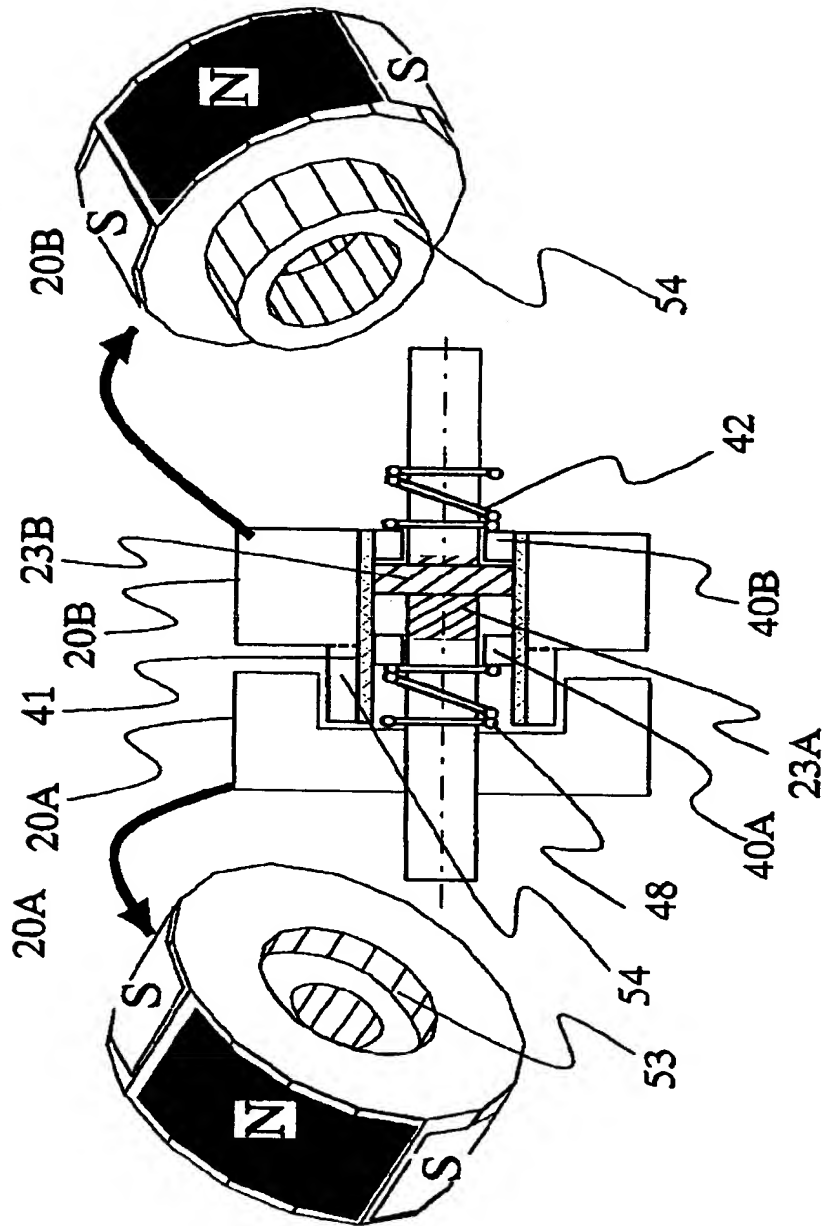
【图 9】

图 9



【図 1 0】

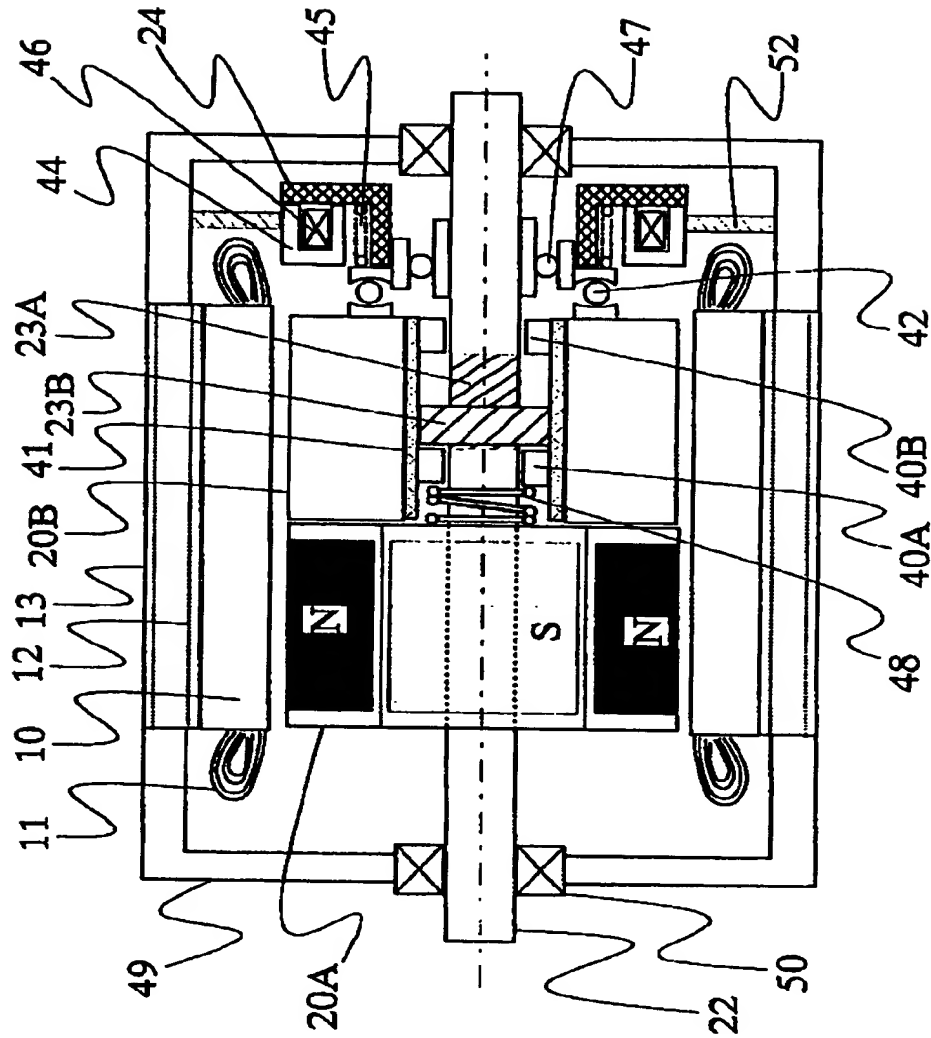
図 10





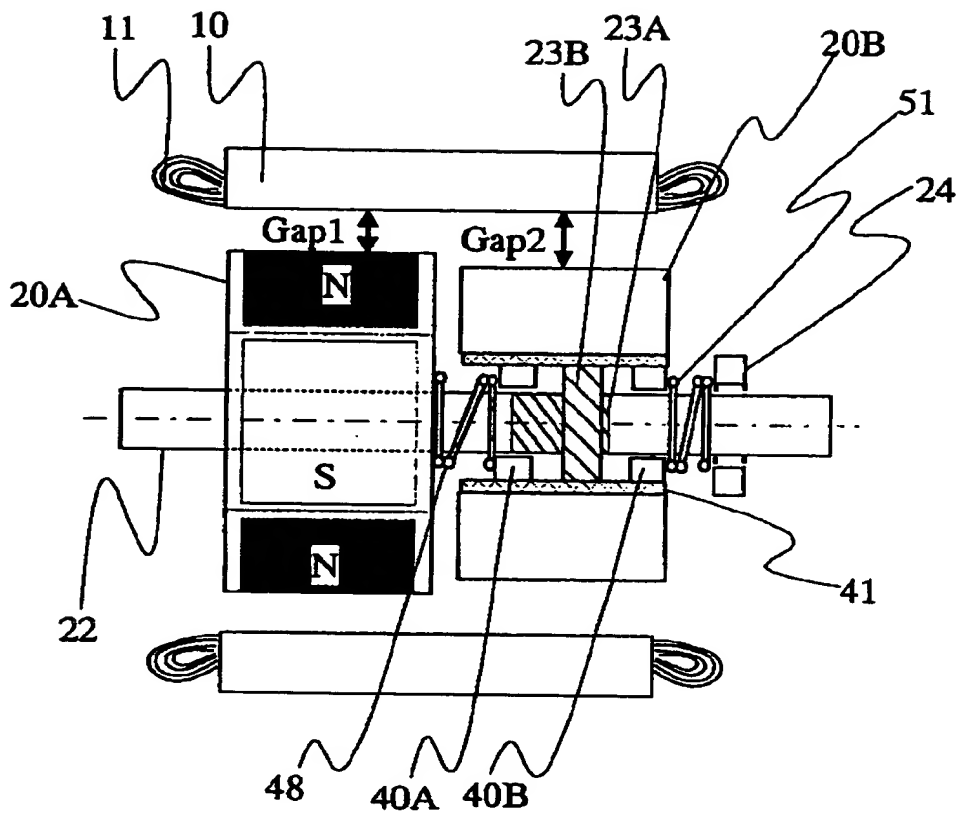
【図 1 1】

図 11



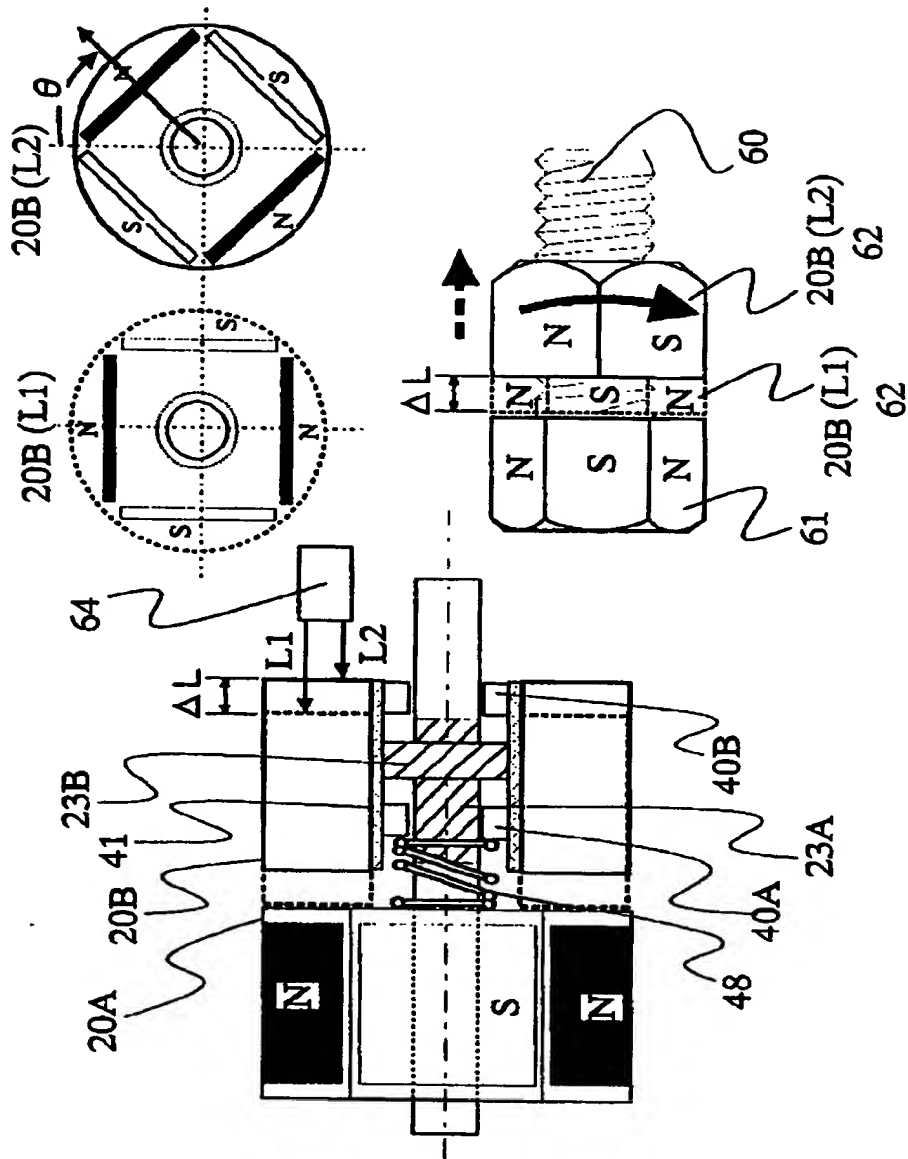
【図 1 2】

図 12



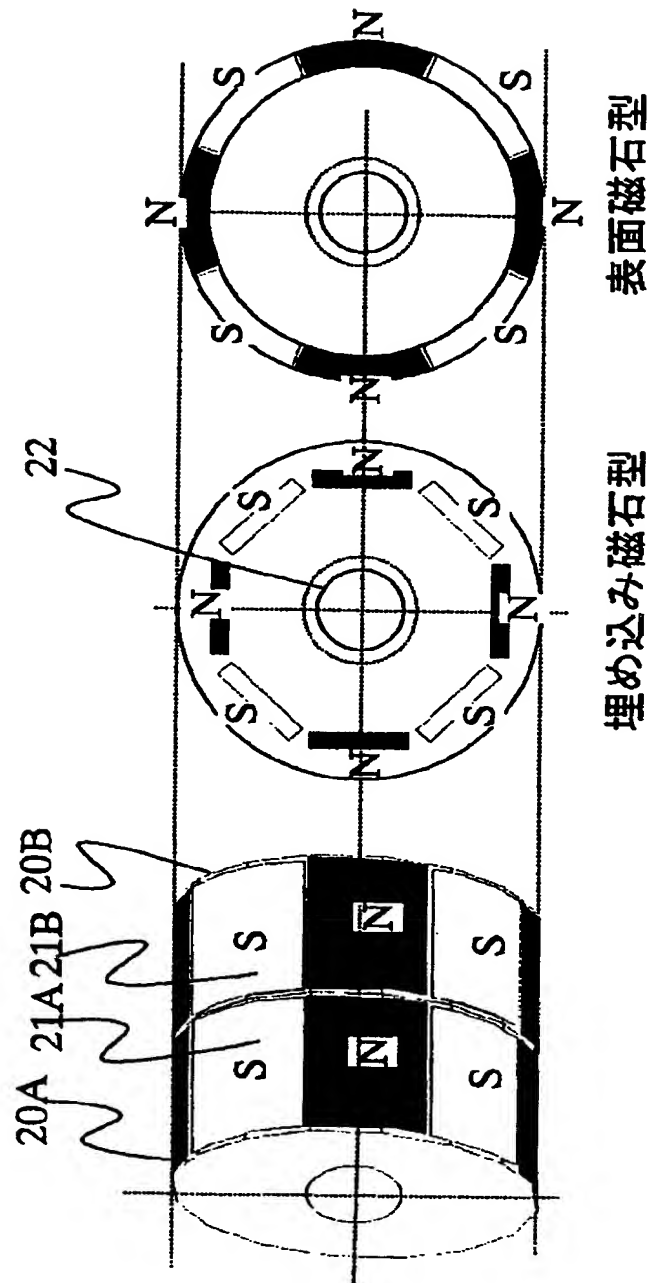
【図 13】

図 13



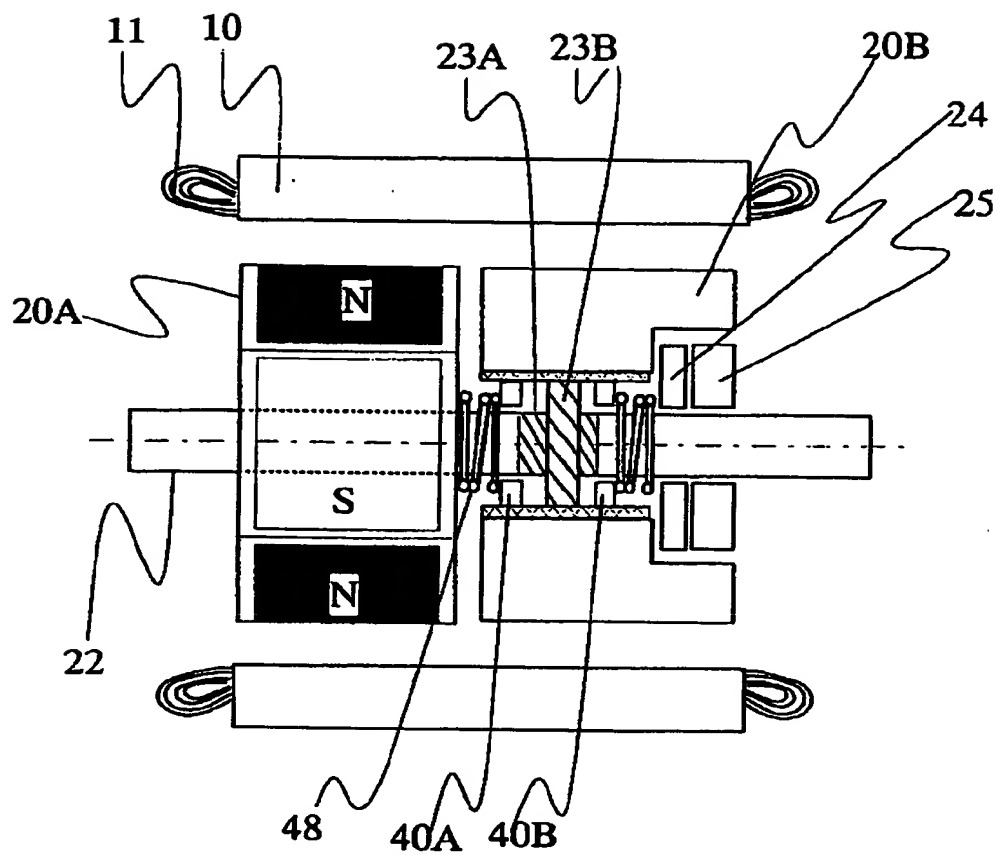
【図14】

図 14



【図 15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

永久磁石の磁束の弱め界磁を可能とする。

【解決手段】

永久磁石回転電機の回転子を分割し相対運動可能とする。

【選択図】 図 1

認定 - 付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 0 5 3 4 2 1
受付番号	5 0 1 0 0 2 7 9 3 0 3
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 3 年 3 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成13年 2月28日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所